(19)中华人民共和国国家知识产权局

(12)发明专利申请

(10)申请公布号 CN 109607971 A
(43)申请公布日 2019.04.12

(21)申请号 201910038330.2

(22)申请日 2019.01.16

(71)申请人 湖南农业大学
地址 410128 湖南省长沙市芙蓉区农大路1号

(72)发明人 罗琳 毛启明 杨远 余学 侯冬梅 张攀

(74)专利代理机构 北京润平知识产权代理有限公司 11283
代理人 黄志兴 赵东方

(51)Int.Cl.
*C02F 9/14*(2006.01)
*C02F 101/10*(2006.01)
*C02F 101/20*(2006.01)
*C02F 101/22*(2006.01)

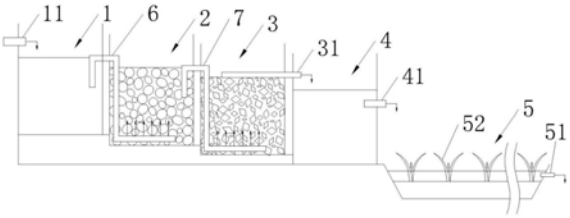
权利要求书1页 说明书5页 附图1页

(54)发明名称

矿山酸性废水生态处理系统及处理方法

(57)摘要

本发明涉及废水处理领域，公开了一种矿山酸性废水生态处理系统，及处理方法。本发明的矿山酸性废水生态处理系统包括依次连通的蓄水池、石灰石池、方镁石池、沉淀池和好氧湿地；所述石灰石池中填充有石灰石颗粒与木质刨花的混合物；所述方镁石池中填充有方镁石颗粒；所述好氧湿地为种植有植被的湿地。该系统使用、维护成本低，处理效果好。本发明的矿山酸性废水生态处理方法，让矿山酸性废水依次经过本发明处理系统的蓄水池、石灰石池90分钟以上、方镁石池60分钟以上、沉淀池120分钟以上和好氧湿地。该方法工艺稳定，控制方便，经处理后的废水达到地表水Ⅲ类标准。




CN 109607971 A

1.一种矿山酸性废水生态处理系统，其特征在于，包括依次连通的蓄水池(1)、石灰石池(2)、方镁石池(3)、沉淀池(4)和好氧湿地(5)；

所述石灰石池(2)填充有包括石灰石颗粒和木质刨花的混合物；所述方镁石池(3)中填充有方镁石颗粒；所述好氧湿地(5)中种植有植被(52)。

2.根据权利要求1所述的矿山酸性废水生态处理系统，其特征在于，所述蓄水池(1)、石灰石池(2)、方镁石池(3)、沉淀池(4)和好氧湿地(5)的设置高度依次降低。

3.根据权利要求2所述的矿山酸性废水生态处理系统，其特征在于，所述蓄水池(1)与所述石灰石池(2)通过第一管道(6)相连通，所述第一管道(6)进水口位于所述蓄水池(1)的中部，出水口位于所述石灰石池(2)的底部；所述石灰石池(2)与所述方镁石池(3)之间通过第二管道(7)相连通，所述第二管道(7)进水口位于所述石灰石池(2)的中部，出水口位于所述方镁石池(3)的底部；所述方镁石池(3)的上部设有溢水管(31)，并通过该溢水管(31)连通到所述沉淀池(4)；所述沉淀池(4)的上部设有沉淀废水排出口(41)，并通过该沉淀废水排出口(41)连通到好氧湿地(5)。

4.根据权利要求1述的矿山酸性废水生态处理系统，其特征在于，所述石灰石颗粒的粒径为8-10厘米，所述木质刨花为长度为1-2厘米的松木刨花；所述石灰石颗粒与所述松木刨花的体积比为40:60。

5.根据权利要求1述的矿山酸性废水生态处理系统，其特征在于，所述方镁石颗粒的粒径为4-8厘米。

6.根据权利要求1述的矿山酸性废水生态处理系统，其特征在于，所述好氧湿地(5)以有机质堆肥为基质；所述植被(52)为芦苇和/或宽叶香蒲。

7.一种矿山酸性废水生态处理方法，其特征在于，包括如下步骤：

1)收集沉淀：将矿山酸性废水收集、储存于蓄水池(1)中，进行初步沉淀；

2)石灰石处理：将废水引入石灰石池(2)中，处理90分钟以上；

3)方镁石处理：将废水引入方镁石池(3)中，处理60分钟以上；

4)沉淀：将废水引入沉淀池，沉淀120分钟以上，得到沉淀废水；

5)好氧湿地处理：使沉淀废水流经好氧湿地(5)。

8.根据权利要求7所述的矿山酸性废水生态处理方法，其特征在于，所述步骤2)中，保持所述石灰石池(2)中的液体的PH值大于5。

9.根据权利要求7所述的矿山酸性废水生态处理方法，其特征在于，所述步骤2)中，保持所述方镁石池(3)中液体的PH值大于8。

10.根据权利要求1述的矿山酸性废水的生态处理方法，其特征在于，所述步骤5)中，保持所述好氧湿地(5)中的水位在10-30厘米。

# 矿山酸性废水生态处理系统及处理方法

## 技术领域

[0001] 本发明涉及废水处理领域，具体涉及一种矿山酸性废水生态处理系统及其处理方法。

## 背景技术

[0002] 矿山酸性废水的主要特征是pH值低，硫酸盐浓度高，富含高浓度的溶解铁和多种可溶性重金属离子(如锰、铜、锌等)。如果矿山酸性废水未经处理直接排放，会污染地表水和河道，损害动植物，危害人体健康。

[0003] 处理矿山酸性废水的传统工艺主要有中和沉淀法、湿地法和离子交换法。中和沉淀法是向废水中投加大量碱性物质进行中和处理的方法。但此种方法会产生大量含有重金属的污泥，形成二次污染，而且处理费用高。湿地法是利用植物、土壤以及微生物组成的自然生态湿地系统的相互协调作用，通过吸附沉淀作用、微生物同化、硝化、反硝化作用和植物过滤、吸收等途径净化水体。这种方法易管理、运行费用低，投资较少以及对有机物的去除能力强，但缺点是易受环境影响，占地面积大，处理不彻底的$H_2S$逸出易造成二次污染。离子交换法是利用离子交换树脂与重金属发生离子交换，富集、消除或降低重金属离子。这种方法适用于处理量大、出水水质要求高的废水，但离子交换树脂需频繁再生，操作费用非常高。

## 发明内容

[0004] 本发明的目的是为了克服现有技术存在的中和沉淀法处理费用高，湿地法占地面积大，$H_2S$逸出的问题，提供一种矿山酸性废水生态处理系统及处理方法，具有工艺简单，维护方便的优点。处理费用低，占地面积小，$H_2S$逸出少，经处理后的废水达到地表水Ⅲ类标准。

[0005] 为了实现上述目的，本发明第一方面提供一种矿山酸性废水生态处理系统，包括依次连通的蓄水池、石灰石池、方镁石池、沉淀池和好氧湿地；所述石灰石池中填充有包括石灰石颗粒与木质刨花的混合物；所述方镁石池中填充有方镁石颗粒；所述好氧湿地中种植有植被。

[0006] 优选地，所述蓄水池、石灰石池、方镁石池、沉淀池和好氧湿地的设置高度依次降低。该设置使得废水在依次经过所述蓄水池、石灰石池、方镁石池、沉淀池和好氧湿地的过程中的每一步均能够在自身重力的作用下进行，无需提供额外的驱动力，减少能源消耗。

[0007] 进一步地，所述蓄水池与所述石灰石池通过第一管道相连通，所述第一管道进水口位于所述蓄水池的中部，出水口位于所述石灰石池的底部；所述石灰石池与所述方镁石池之间通过第二管道相连通，所述第二管道进水口位于所述石灰石池的中部，出水口位于所述方镁石池的底部；所述方镁石池的上部设有溢水管，并通过该溢水管连通到所述沉淀池；所述沉淀池的上部设有沉淀废水排出口，并通过该沉淀废水排出口连通到好氧湿地。该连通方式能够使得所述蓄水池中经过初步沉淀的杂质较少的矿山酸性废水进入所述石灰

石池;在所述石灰石池中经过充分处理的废水进入所述方镁石池;所述方镁石池中经过充分处理的废水进入所述沉淀池;所述沉淀池中经过充分反应、沉淀,含金属化合物较少的沉淀废水进入所述好氧湿地。

[0008] 优选地,所述石灰石颗粒的粒径为8-10厘米,所述木质刨花为长度为1-2厘米的松木刨花;所述石灰石颗粒与所述松木刨花的体积比为40:60。该填料方案形成的所述石灰石池,能够避免石灰石池在废水处理过程中因石灰石的孔隙率过小导致早期堵塞,并且,刨花与石灰石颗粒的表面相接触,能防止石灰石与水中的$Fe^{3+}$反应生成的羟基氧化铁包裹在石灰石颗粒表面形成外部涂层,降低石灰石的反应能力。刨花的较好的通透性也有利于废水与石灰石颗粒的接触,保证石灰石颗粒不断产碱。

[0009] 优选地,所述方镁石颗粒的粒径为4-8厘米。该粒径的方镁石既能保证方镁石的充分水合,又能保证废水在方镁石颗粒间的流动,保证废水与方镁石的充分接触和反应。

[0010] 优选地,所述好氧湿地以有机堆肥为基质,所述植被为芦苇和/或宽叶香蒲。有机堆肥作为基质有利于植被的生长,且微生物含量丰富,对二价金属氧化能力强。

[0011] 本发明第二方面提供一种矿山酸性废水生态处理方法,包括如下步骤:1)收集沉淀:将矿山酸性废水收集、储存于蓄水池中,进行初步沉淀;2)石灰石处理:将废水引入石灰石池中,处理90分钟以上;3)方镁石处理:将废水引入方镁石池中,处理60分钟以上;4)沉淀:将废水引入沉淀池,沉淀120分钟以上,得到沉淀废水;5)好氧湿地处理:使沉淀废水流经好氧湿地。

[0012] 优选地,所述步骤2)中,保持所述石灰石池中的液体的PH值大于5。PH值在5以下会影响废水处理效果,需要更换新的石灰石填充料。

[0013] 优选地,所述步骤3)中,保持所述方镁石池中液体的PH值位于大于8。PH值在8以下会影响废水处理效果,需要更换新的方镁石填充料。

[0014] 优选地,所述步骤5)中,保持所述好氧湿地中的水位在10-30厘米。适当的水位能够兼顾所述好氧湿地的处理效果和处理效率。通过调节进出水速度调节所述好氧湿地中的水位。

[0015] 通过上述技术方案,本发明的矿山酸性废水生态处理系统占地面积小,使用、维护方便,使用成本低。本发明的矿山酸性废水生态处理方法能够处理含有多种金属离子的酸性废水,工艺简单,二次污染少,处理后的废水能够达到地表水Ⅲ类水标准。

## 附图说明

[0016] 图1是本发明一个实施例的示意图。

[0017] 附图标记说明

| | | | | |
|---|---|---|---|---|
| [0018] | 1 | 蓄水池 | 11 | 废水进口 |
| [0019] | 2 | 石灰石池 | 3 | 方镁石池 |
| [0020] | 31 | 溢水管 | 4 | 沉淀池 |
| [0021] | 41 | 沉淀废水排出口 | 5 | 好氧湿地 |
| [0022] | 51 | 排放口 | 52 | 植被 |
| [0023] | 6 | 第一管道 | 7 | 第二管道 |

## 具体实施方式

[0024] 在本文中所披露的范围的端点和任何值都不限于该精确的范围或值，这些范围或值应当理解为包含接近这些范围或值的值。对于数值范围来说，各个范围的端点值之间、各个范围的端点值和单独的点值之间，以及单独的点值之间可以彼此组合而得到一个或多个新的数值范围，这些数值范围应被视为在本文中具体公开。

[0025] 以下结合附图对本发明的矿山酸性废水生态处理系统的具体实施方式进行详细说明，应当理解的是，此处所描述的具体实施方式仅用于说明和解释本发明，本发明的保护范围并不局限于下述的具体实施方式。

[0026] 本发明的矿山酸性废水生态处理系统的一个实施例如图1所示，包括蓄水池1、石灰石池2、方镁石池3、沉淀池4和好氧湿地5。蓄水池1的底部高于地面60厘米，蓄水池1的一侧设置有进水口11。石灰石池2的底部高于地面40厘米，蓄水池1和石灰石池2之间通过第一管道6相连通，第一管道6的一侧位于蓄水池1内，其端位于蓄水池1的中部形成进水口；第一管道6的另一侧位于石灰石池2内，其位于石灰石池2底部的一段的侧壁上开有若干小孔形成出水口。石灰石池2中填充有粒径为8-10厘米的石灰石颗粒与长度为1-2厘米的松木刨花的混合物，石灰石颗粒与松木刨花的体积比为40:60。方镁石池3的底部高于地面20厘米，石灰石池2和方镁石池3之间通过第二管道7相连通，第二管道7的一侧位于石灰石池2内，其端位于石灰石池2的中部形成进水口；第二管道7的另一侧位于方镁石池3内，其位于方镁石池3底部的一段的侧壁上开有若干小孔形成出水口。方镁石池3中填充有粒径为4-8厘米的方镁石颗粒；方镁石池3通过上部的溢水管31连通到沉淀池4。沉淀池4的底部与地面平齐，沉淀池4的上部设有沉淀废水排出口41，并通过沉淀废水排出口41连通到好氧湿地5，好氧湿地5低于地面，面积为60平方米，采用废弃蘑菇堆肥作为基质，在基质上种植芦苇、宽叶香蒲形成植被52，被沉淀废水浸润形成湿地，经好氧湿地5处理的水通过排放口51排放。

[0027] 本发明的矿山酸性废水生态处理系统的使用过程将在本发明的矿山酸性废水生态处理方法的实施例中予以详细介绍。

[0028] 以下通过实施例对本发明的矿山酸性废水生态处理方法进行详细描述。

[0029] 实施例1

[0030] 将矿山酸性废水使用本发明上述实施例的矿山酸性废水生态处理系统通过以下步骤和工艺参数处理：

[0031] 1)收集沉淀：将矿山酸性废水通过进水口11引入沉淀池1，利用沉淀池1对矿山酸性废水进行收集储存，并进行初步沉淀，去除部分悬浮物质，通过第一管道6将沉淀池1中间部分的比较稳定的液体引入石灰石池2中。

[0032] 2)石灰石处理：废水通过第一管道6位于石灰石池2底部的出水口进入石灰石池2，在石灰石颗粒间流动，使石灰石溶解以提高废水的PH值，废水中的金属离子更容易沉淀，同时，废水中的硫酸根离子能与钙离子反应形成沉淀，降低废水中的硫酸盐含量。废水在石灰石池2中停留120分钟，从中部的第二管道6的进水口进入方镁石池3中。使用粒径为8-10厘米的石灰石颗粒与长度为1-2厘米的松木刨花按体积比40:60的比例混合能够防止石灰石之间的间隙率过小导致早期堵塞，并能防止废水中的$Fe^{3+}$与石灰石反应生成的羟基氧化铁在石灰石颗粒表面形成外部涂层降低其与废水的反应能力。在处理过程中保证石灰石池2内的液体的PH达到6。

[0033] 废水在石灰石池2中停留时间可以通过公式$T=\frac{V\times\varepsilon}{Q}$计算而得，式中，T为废水在池内的停留时间(分种)，Q为废水的进水流量(升/分钟)ε为石灰石池中的孔隙度(%)，V为池子的体积(升)。

[0034] 3)方镁石处理：废水通过第二管道7位于方镁石池3底部的出水口进入方镁石池3，在方镁石颗粒间流动。方镁石(MgO)水合产生水镁石($Mg(OH)_2$)，进一步提高废水的PH值，使得更多的金属离子能够形成沉淀。废水在方镁石池3中停留90分钟(停留时间参照步骤2)中的公式计算而得)，从上部的溢水管31进入沉淀池4中。4-8厘米粒径的方镁石颗粒废水渗过好，池中的方镁石水合更加均匀。在处理过程中保证方镁石池3内的液体的PH达到9。

[0035] 4)沉淀：废水通过溢水管31进入沉淀池4中，在沉淀池4中，金属离子继续与水中的氢氧根离子反应生成金属氢氧化物；水中的金属氢氧化物等悬浮物质逐渐沉淀到沉淀池4的底部。废水在沉淀池4中停留150分钟，上部的沉淀废水通过沉淀废水排出口41进入好氧湿地5进一步处理。

[0036] 5)好氧湿地处理：沉淀废水通过沉淀废水排出口41进入好氧湿地5，在好氧湿地5的基质上，植被52之间流动。在植被的作用下，残留的溶解性金属离子氧化成金属氧化物。并通过植物和微生物的作用，对沉淀废水进行进一步的清化。因为沉淀废水已经经过石灰石池2的处理，水中的硫酸盐含量很低，因而能够避免在湿地处理时$H_2S$的逸出。处理后的水达到地表水环境质量标准《GB 3838—2002》中Ⅲ类标准，通过排放口51排放。调节排放口51的排放速度使得好氧湿地5中的水位在20厘米。

[0037] 实施例2

[0038] 使用本发明上述实施例的矿山酸性废水生态处理系统进行矿山酸性废水处理，按实施例1的步骤和工艺参数进行，不同之处在于：

[0039] 在步骤2)中，废水在石灰石池2中停留90分钟，在处理过程中保证石灰石池2内的液体的PH达到6。

[0040] 在步骤3)中，废水在方镁石池3中停留60分钟，在处理过程中保证方镁石池3内的液体的PH达到8。

[0041] 在步骤4)中，废水在沉淀池4中停留120分钟。

[0042] 在步骤5)中，使好氧湿地5中的水位保持在10厘米。

[0043] 处理完成后，对经实施例1处理的废水、实施例2处理的废水和未经处理的废水按国家标准进行检测，检测结果如表1所示：

[0044] 表1

[0045]

| | 未处理废水 | 实施例1 | 实施例2 | Ⅲ类水标准 |
|---|---|---|---|---|
| PH值 | 2.8 | 8.5 | 8.2 | 6-9 |
| COD(mg/l) | / | / | / | 20 |
| 铁(mg/l) | 78-81 | <0.01 | <0.1 | 0.3 |
| 锰(mg/l) | 13-14 | <0.1 | <0.1 | 0.1 |
| 铜(mg/l) | 32-35 | <0.1 | <0.1 | 1.0 |
| 锌(mg/l) | 37-39 | <0.5 | <0.5 | 1.0 |

| | | | | |
|---|---|---|---|---|
| 镉(mg/l) | 0.1-0.2 | / | / | 0.005 |
| 硫酸盐(mg/l) | 2150-2237 | <200 | <230 | 250 |

[0046] 综上所述，本发明的矿山酸性废水生态处理系统及其处理方法，采用了石灰石和方镁石中和与好氧湿地生态处理相结合的方法进行矿山酸性废水，石灰石池2中采用石灰石颗粒与木质刨花相混合进行处理，石灰石、方镁石使用量小，石灰石利用效率高；废水在经过好氧湿地5处理前已经过石灰石、方镁石处理，所需要的好氧湿地5的占地面积小，还避免了湿地处理过程中的$H_2S$逸出。处理过程中仅需对废水的流量进行控制和对石灰石池2和方镁石池3中的PH值进行必要的监控，使用和维护简单。如表1所示，经过处理后的废水能够达到地表水Ⅲ类标准。

[0047] 以上详细描述了本发明的优选实施方式，但是，本发明并不限于此。在本发明的技术构思范围内，可以对本发明的技术方案进行多种简单变型，包括各个技术特征以任何其它的合适方式进行组合，这些简单变型和组合同样应当视为本发明所公开的内容，均属于本发明的保护范围。

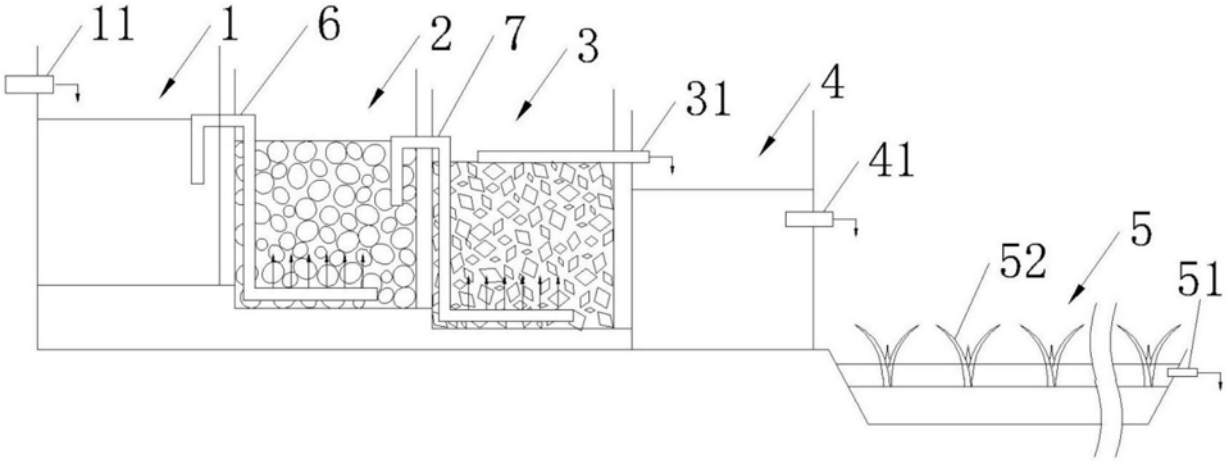



图1